

УДК 53.084.823

ИССЛЕДОВАНИЕ ТИТАНА В КАЧЕСТВЕ ГЕТТЕРА В ВАКУУМНЫХ КАМЕРАХ

Максим Алексеевич Рубцов

Студент 1 курса магистратуры,
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: Ю.С. Боброва,
ассистент кафедры «Электронные технологии в машиностроении»

В современном мире чистота вакуумных процессов является очень важным фактором при производстве высокотехнологичных приборов и их составляющих. Для получения оптимального давления применяют различные насосы, работа которых основана на разных принципах действия. Эффект от работы разных насосов не может быть идентичным, поэтому не всегда получается извлечь максимальную пользу от насоса, не смотря на его заявленные характеристики.

Основной проблемой является то, что нагретые материалы в вакууме реагируют с оставшимся кислородом или азотом. Чтобы получить хороший вакуум, необходимо удалить воздух из камеры, если не применяются методы напуска инертных газов. Как известно, большая доля воздуха состоит из азота и кислорода. Поскольку доля этих газов в воздухе составляет примерно 99%⁽¹⁾, удаление их из камеры позволит улучшить вакуум на два порядка.

Для удаления азота и кислорода из камеры можно прибегнуть к химической реакции. В данном случае рассматривается титан в качестве такого материала, так как он реагирует с этими газами и образует нитрид и оксид, а эти материалы удалить намного проще, так как они имеют большую температуру плавления и испарения.

Для проверки гипотезы необходимо не только теоретическое обоснование, но и проверка на практике. Для этого была взята установка электронно-лучевого нанесения тонких плёнок. В этой установке используется спиральный насос, для предварительной откачки, и криогенный насос, для получения предельного давления. При стандартном использовании вакуумной системы, предельное давление составляет 10^{-5} Па. Теоретически, с помощью геттера это давление можно уменьшить до 10^{-7} Па. Для более точных измерений откачка проводилась без геттера для сравнения, а также откачка с испарением титана.

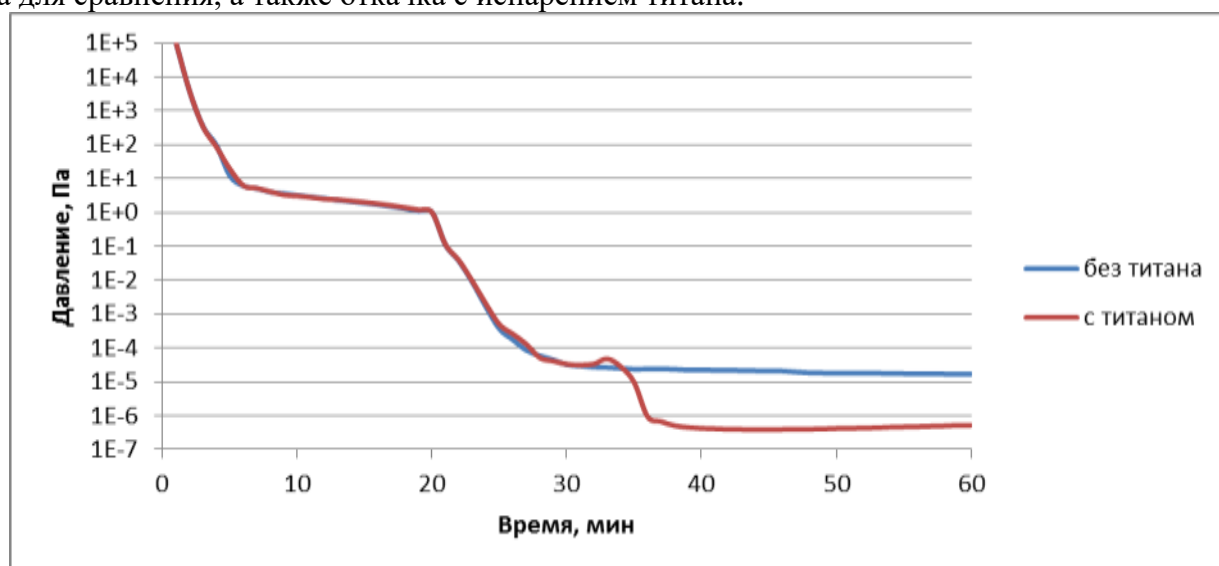


Рис. 1. График откачки с использованием титана в качестве геттера и без

Для чистоты эксперимента, откачка проводилась по времени. По результатам эксперимента можно заметить, что реальное давление в вакуумной камере без использования титана в качестве геттера составило $3,2 \cdot 10^{-5}$ Па через 30 минут после начала откачки. В это время в первом случае ничего не предпринималось, и откачка продолжалась ещё 30 минут, после чего давление составило $1,7 \cdot 10^{-5}$ Па. Во втором случае, через 30 минут после начала откачки, начиналось испарение титана, после чего давление резко уменьшалось. Через 30 минут после испарения титана давление в камере составило $5,2 \cdot 10^{-7}$.

В результате эксперимента давление удалось уменьшить с использованием титана в качестве геттера приблизительно в 33 раза, что является, естественно, положительным результатом, однако не подтверждает теорию на 100%. Вероятней всего, данный результат является причиной использования резинового уплотнения, которое обладает эффектом натекания.

Рекомендуется использовать титан в качестве геттера непосредственно перед процессом, для улучшения вакуума, однако если процесс продолжительный, можно испарять титан несколько раз на протяжении всего процесса. Также рекомендуется использовать металлические уплотнения для достижения более хороших результатов.

Литература

1. Статья «Воздух» на сайте «Википедия», URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Воздух>